

## 1FSD215 产品说明书

### 概述

Firstack 数字智能型 IGBT 驱动是为大功率、高电压 IGBT 专门开发的，具有功能强大，可靠性高等特点，能同时适用于两电平及多电平变流器，其应用覆盖新能源、轨道交通、工业传动及智能电网等各个领域。

1FSD215 驱动产品是以 Firstack 数字智能型 IGBT 驱动为基础，针对 Infineon 的 IHM-B 模块开发的即插即用型驱动。

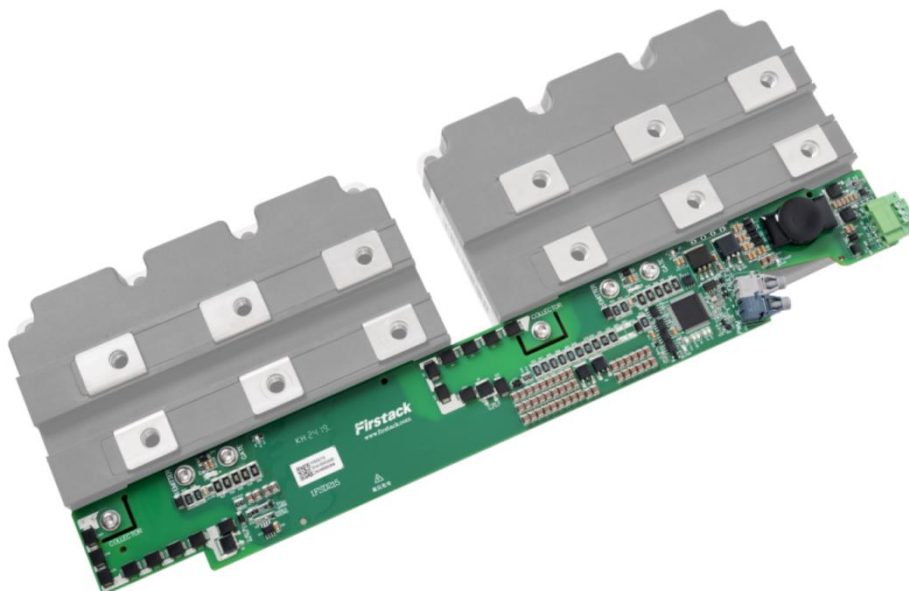


图 1 产品照片

#### 核心优势：

- ✓ 驱动功率 8W，门极最大输出电流 110A
- ✓ 适用 1700 及 3300V 的 IHM-B 两并联
- ✓ 通用或 ST 光纤接口
- ✓ 数控高级有源钳位

#### 典型应用：

- ✓ 轨道交通
- ✓ STATCOM
- ✓ 中压变频器
- ✓ 特种设备

## 目录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 概述 .....               | 1  |
| 系统框架图 .....            | 3  |
| 使用步骤及注意事项 .....        | 4  |
| 机械尺寸图 .....            | 5  |
| 引脚定义 .....             | 7  |
| 状态指示灯说明 .....          | 8  |
| 驱动参数 .....             | 9  |
| 主要功能说明 .....           | 11 |
| ◆ 短路保护——di/dt 保护 ..... | 11 |
| ◆ 短路保护——电阻 .....       | 11 |
| ◆ 欠压保护 .....           | 12 |
| ◆ 软关断 .....            | 12 |
| ◆ 数控有源钳位保护 .....       | 13 |
| ◆ 脉冲异常保护 .....         | 14 |
| ◆ 高鲁棒性 DC/DC .....     | 14 |
| ◆ 智能故障管理系统（预留） .....   | 15 |
| ◆ 故障编码返回（预留） .....     | 16 |
| ◆ 光纤口告知信号 .....        | 16 |
| 门极电阻位置指示 .....         | 18 |
| 三防漆 .....              | 19 |
| 订购信息 .....             | 19 |
| 变更信息 .....             | 20 |
| 技术支持 .....             | 20 |
| 法律免责声明 .....           | 20 |
| 联系方式 .....             | 20 |

## 系统框架图

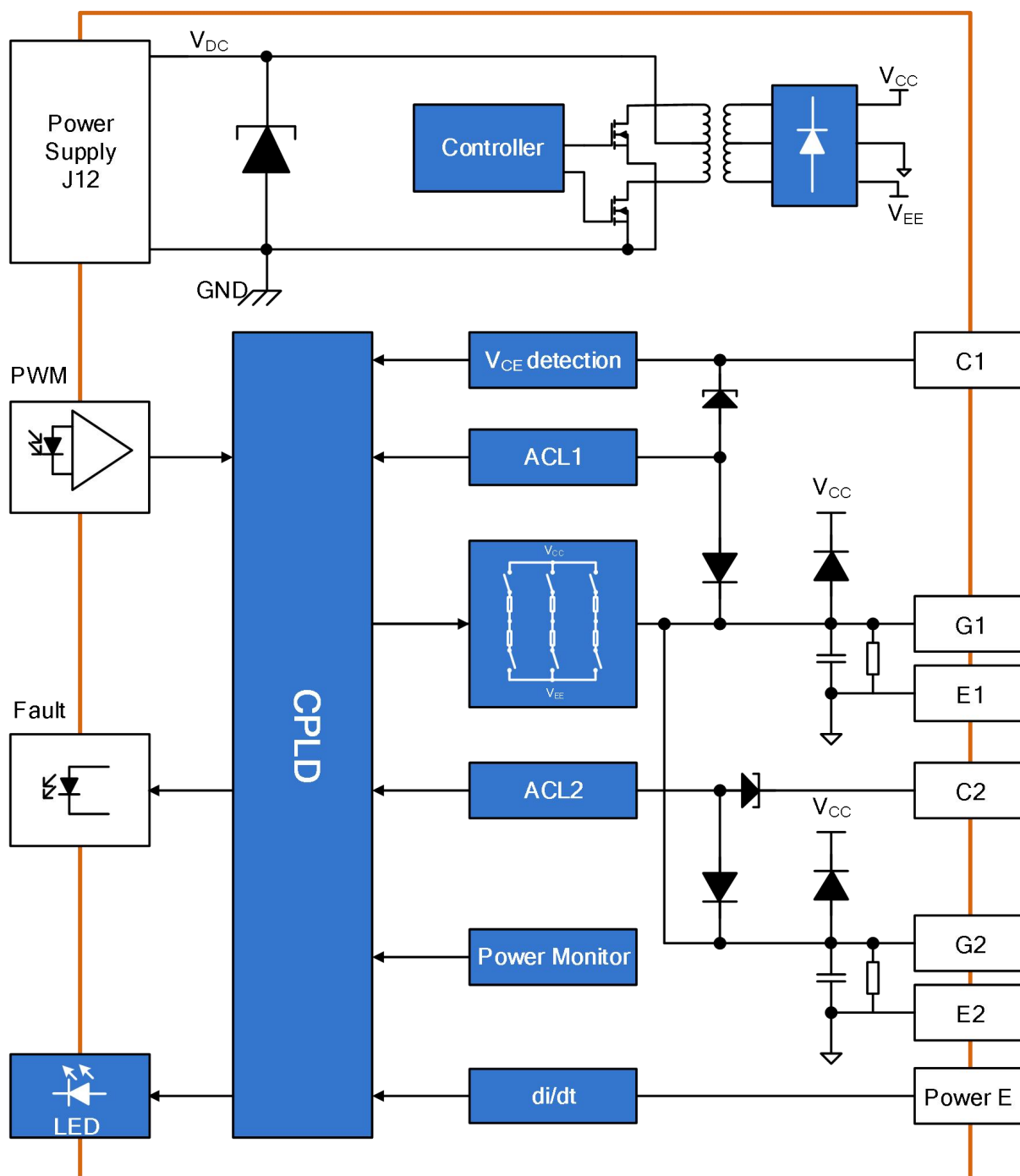


图 2 系统框架图

原边电源输入直流电压 15V，通过隔离电源得到系统副边所需的供电电压，保证系统的能量来源；PWM 信号经光纤传输直接到副边，经过放大得到半导体器件 IGBT 的驱动信号。

## 使用步骤及注意事项

驱动器简便使用的相关步骤如下：

### 1. 选择合适的驱动器

使用驱动器时，应注意该驱动器适配的 IGBT 模块型号。对于非指定 IGBT 模块无效，使用不当可能会导致驱动和模块失效。

### 2. 将驱动器安装到 IGBT 模块上

对 IGBT 模块或驱动器的任何处理都应遵循国际标准 IEC 60747-1 第 IX 章或 IEC60340-5-2 要求的静电敏感器件保护的一般规范（即工作场所、工具等必须符合这些标准）。

如果忽视这些规范，IGBT 和驱动器都可能会损坏。



### 3. 将驱动器连接到控制单元

将驱动器接插件（光纤）连接到控制单元，并为驱动器提供合适的供电电压。

### 4. 检查驱动器功能

检查门极电压：对于关断状态，额定门极电压在相应的数据手册中给出，对于导通状态，该电压略大于 15V。另请分别检查对应控制信号和无控制信号时驱动器的输入电流。

对于 Firstack 的数字驱动器，驱动器提供合适的供电电压后，驱动状态指示灯 TEST(绿色)常亮。

这些测试应在安装前进行，因为安装后可能无法接触到门极端子。

### 5. 设置和测试功率单元

系统启动之前，建议用单脉冲或双脉冲测试方法分别检查每个 IGBT 模块。Firstack 特别建议用户要确保 IGBT 模块即使在最恶劣的条件下也不会超过 SOA 规定的工作范围，因为这强烈依赖于具体的变换器结构。

## 机械尺寸图

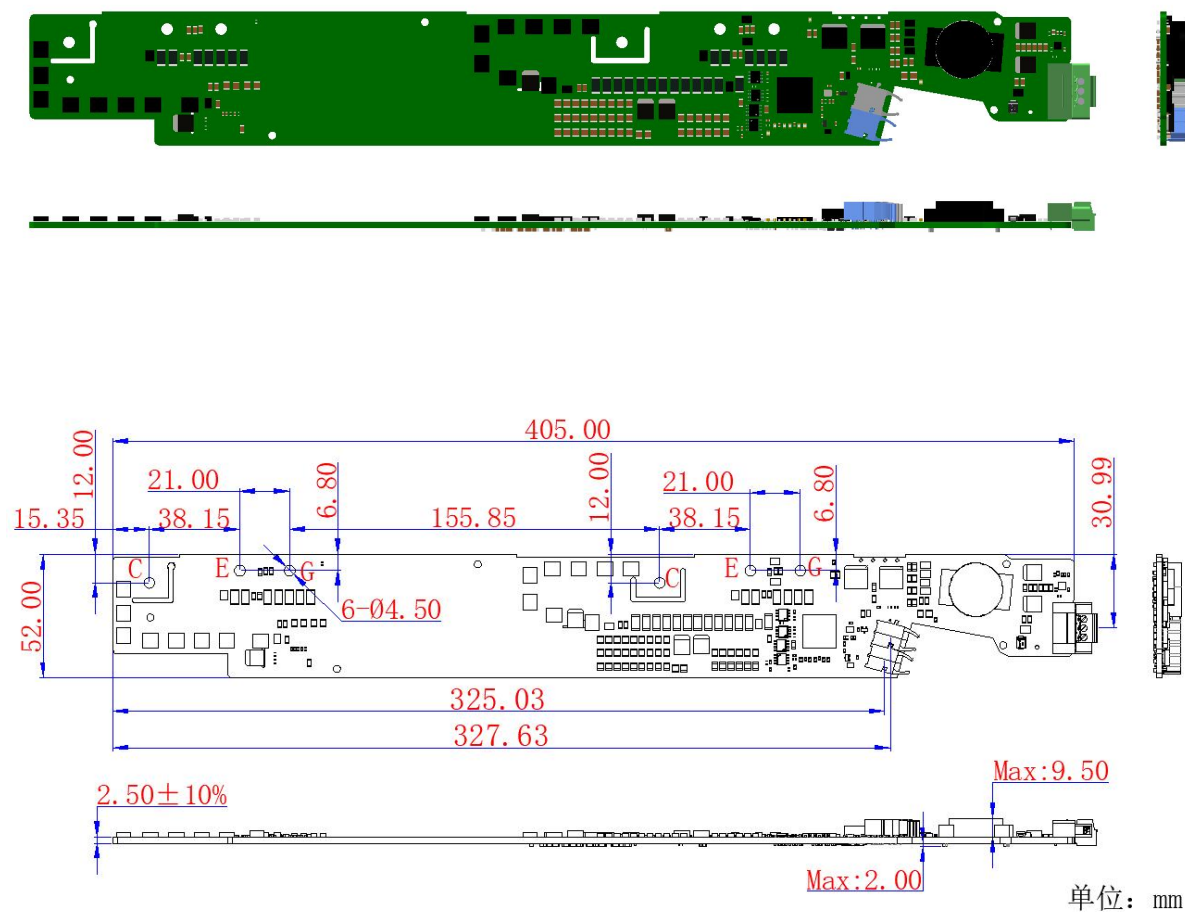


图 3 1FSD215 的 3D 及机械尺寸图

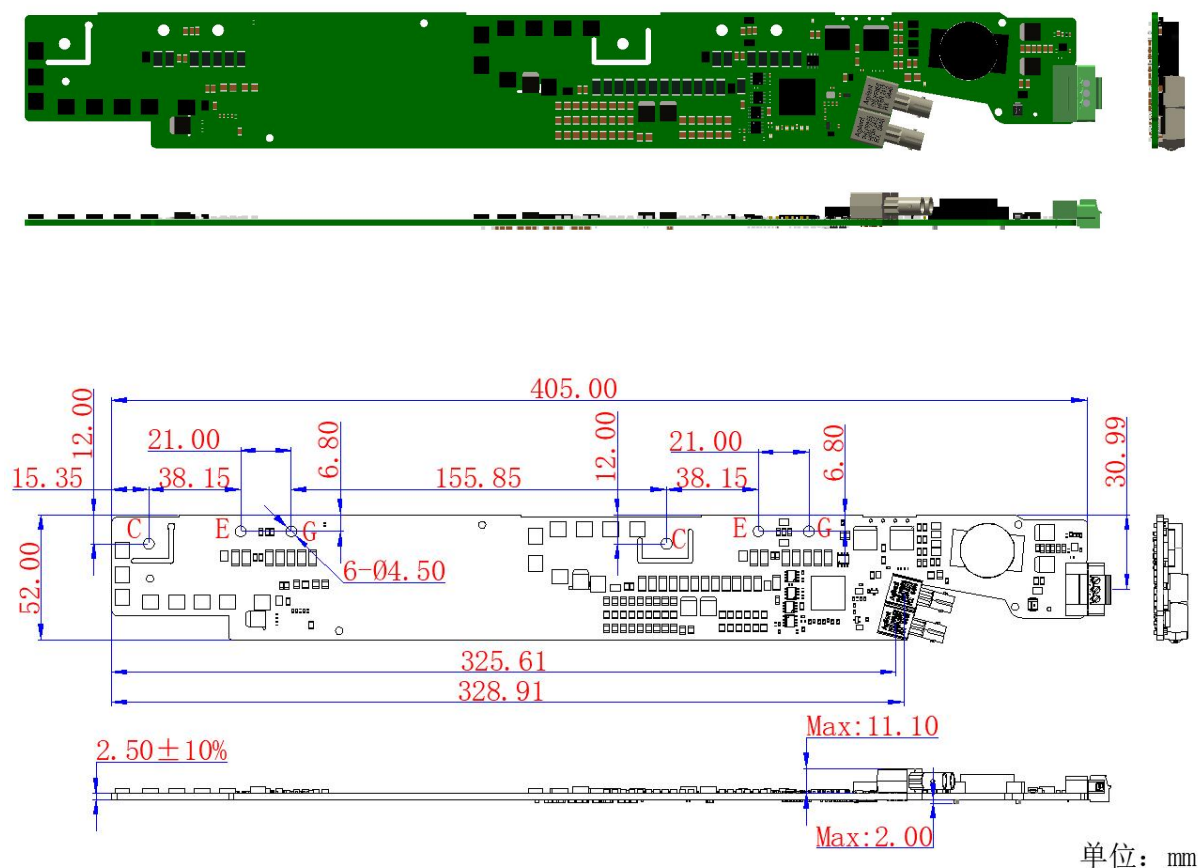


图 4 1FSD215-S 的 3D 及机械尺寸图

注:

1. 板厚公差 $\pm 10\%$ ;
2. PCB 外形尺寸 $\leq 400\text{mm}$ , 公差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ; PCB 外形尺寸 $> 400$ , 公差为 $\pm 0.8\text{mm}$ ; 其余尺寸公差参考 GB/T1804-m。

引脚定义

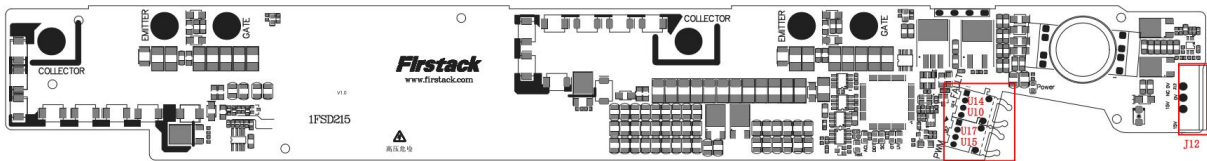


图 5 1FSD215 驱动器接口图

J12 引脚定义：

| 引脚 | 命名              | 注释  | 引脚 | 命名 | 注释 |
|----|-----------------|-----|----|----|----|
| 1  | GND             | 0V  | 2  | NC | 悬空 |
| 3  | V <sub>DC</sub> | 15V |    |    |    |

接插件厂家及型号

| 序号 | 标号  | 厂家    | 型号           | 推荐配套端子       |
|----|-----|-------|--------------|--------------|
| 1  | J12 | WE    | 691325310003 | 691364300003 |
| 2  | U14 | AVAGO | HFBR-1521Z   | HFBR-2521Z   |
| 3  | U17 | AVAGO | HFBR-2521Z   | HFBR-1521Z   |
| 4  | U10 | AVAGO | HFBR-1414TZ  | HFBR-2412TZ  |
| 5  | U15 | AVAGO | HFBR-2412TZ  | HFBR-1414TZ  |

注：

- 1.扭矩要求：C、G、E 固定孔采用 M4 螺丝，安装扭矩建议 1.8~2.1Nm；J12 的配套端子“691364300003”的安装扭矩建议 0.34Nm。
- 2.J12 与配套端子两端由螺丝锁紧，为避免拆卸时破坏 J12 端子座，请务必保证锁紧螺丝完全松开后再拆卸。
- 3.PWM 逻辑：“有光”=IGBT 开通；“无光”=IGBT 关断；
- 4.故障逻辑：“有光”=驱动正常；“无光”=驱动故障；

# 状态指示灯说明

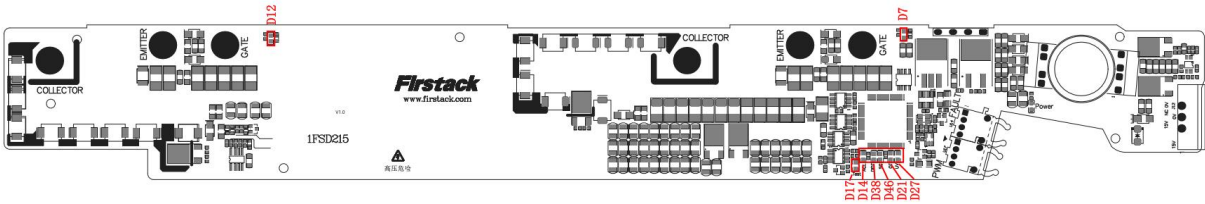


图 6 状态指示灯

为了方便客户使用，Firststack 驱动板上增加了若干状态指示 LED，便于客户了解驱动板及变流器工作状态，具体解释如下：

## 状态指示灯

| 序号 | 位号  | 丝印    | 颜色 | 注释                      |
|----|-----|-------|----|-------------------------|
| 1  | D7  | /     | 绿色 | 门极开通指示灯，门极正常开通时亮，门极关断时灭 |
| 2  | D12 | /     | 绿色 | 门极开通指示灯，门极正常开通时亮，门极关断时灭 |
| 3  | D14 | ACL   | 红色 | 一次 ACL 触发即常亮，除非重启       |
| 4  | D17 | TEST  | 绿色 | 供电正常，且无任何故障时亮，否则灭       |
| 5  | D21 | OT    | 红色 | 一次过温触发即常亮，除非重启          |
| 6  | D27 | UV    | 红色 | 一次欠压触发即常亮，除非重启          |
| 7  | D38 | di/dt | 红色 | 一次短路触发即常亮，除非重启          |
| 8  | D46 | SC    | 红色 | 一次短路触发即常亮，除非重启          |

## 驱动参数

## 绝对最大额定值

| 参数              | 备注                               | 最小   | 最大   | 单位               |
|-----------------|----------------------------------|------|------|------------------|
| $V_{DC}$        | 对地                               | 0    | 15.5 | V                |
| 门极最大输出电流        | 两并                               |      | 110  | A                |
| 单路输出功率          | $T_A \leq 85^\circ\text{C}$ (两并) |      | 8    | W                |
| 测试电压(50Hz/1min) | 原边对副边                            | 5000 |      | $V_{RMS}$        |
| 工作温度            |                                  | -40  | 85   | $^\circ\text{C}$ |
| 存储温度            |                                  | -40  | 85   | $^\circ\text{C}$ |

以下数据在环境温度 $\leq 25^\circ\text{C}$ 以及  $V_{DC}=15\text{V}$  下测试所得：

## 推荐工作条件

| 参数       | 备注 | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位 |
|----------|----|------|-----|------|----|
| $V_{DC}$ |    | 14.5 | 15  | 15.5 | V  |

## 电气特性

| 参数   | 备注      | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|------|---------|-----|------|-----|----|
| 电源电流 | 不带载，注 1 |     | 0.16 |     | A  |
| 耦合电容 | 原副边，注 2 |     | 9.5  |     | pF |

## 输出特性

| 参数     | 备注 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|----|-----|-----|-----|----|
| 门极开通电压 |    |     | 15  |     | V  |
| 门极关断电压 |    |     | -10 |     | V  |

## 时间特性

| 参数   | 备注  | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 开通延时 | 注 3 |     | 400 |     | ns |
| 关断延时 | 注 4 |     | 400 |     | ns |
| 上升时间 | 注 5 |     | 10  |     | ns |
| 下降时间 | 注 6 |     | 20  |     | ns |
| 边沿反馈 |     | 500 | 700 | 900 | ns |

## 保护功能特性

| 参数                     | 备注  | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|------------------------|-----|-----|------|-----|----|
| 输入电源欠压阈值               | 原边  |     | 12.5 |     | V  |
| 正压欠压阈值                 | 副边  |     | 12.7 |     | V  |
| 负压欠压阈值                 | 副边  |     | -6.1 |     | V  |
| V <sub>CE</sub> 监测阈值   |     |     | 10.2 |     | V  |
| V <sub>CE</sub> 保护响应时间 | 注 7 |     | 8.5  |     | us |
| di/dt 保护响应时间           |     |     | 2.9  |     | us |
| 故障保持时间                 |     |     | 15   |     | ms |
| 故障阻断时间                 |     |     | 88   |     | ms |

## 电气绝缘

| 参数   | 备注        | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|-----------|-----|-----|-----|----|
| 爬电距离 | 原边到副边,注 8 | 24  |     |     | mm |
|      | 副边到副边     | 18  |     |     | mm |
| 电气间隙 | 原边到副边     | 22  |     |     | mm |
|      | 副边到副边     | 8.3 |     |     | mm |

注解说明:

1. 电源电流: 在没有输入任何 PWM 信号, 但连接 IGBT 模块;
2. 耦合电容: 耦合电容值在表中所给值范围之内;
3. 开通延时: 不连接 IGBT 的条件下, 从输入信号的 PWM 信号上升沿传输到副边门极驱动上升沿所需的时间;
4. 关断延时: 不连接 IGBT 的条件下, 从输入信号的 PWM 信号下降沿传输到副边门极驱动下降沿所需的时间;
5. 上升时间: 不连接 IGBT 的条件下, 从门极关断电压 (-10V) 的 10%至门极开通电压 (+15V) 的 90%的时间量;
6. 下降时间: 不连接 IGBT 的条件下, 从门极开通电压 (+15V) 的 90%至门极关断电压 (-10V) 的 10%时间量;
7. 响应时间: 短路保护响应时间指从发生故障到开始执行软关断;
8. 爬电距离: 参照 IEC61800-5-1-2007 , 满足海拔 2km 以下, 污染等级 2 的基本绝缘要求。

## 主要功能说明

### ◆ 短路保护—— $di/dt$ 保护

驱动电路具有  $di/dt$  保护功能。 $di/dt$  保护基于对功率射极端（Power Emitter, PE）和辅助射极端（Auxiliary Emitter, AE）的电压测量。辅助射极和功率射极之间的电压  $V_{PA}$  与集电极电流  $I_C$  的变化率  $di/dt$  成正比。

正常工作时， $di/dt$  一般在几十安培每微秒，而当 IGBT 发生短路时， $di/dt$  会达到上千安培每微秒，相差上百倍。由于  $di/dt$  保护直接监测电流的变化率，不需要像  $V_{CE}$  监测那样需要一段空白时间（Blank time），因此， $di/dt$  响应更快。

与基于  $V_{CE}$  的短路保护相比， $di/dt$  保护响应更快，信噪比更高，在多电平应用领域，有更明显的竞争力。

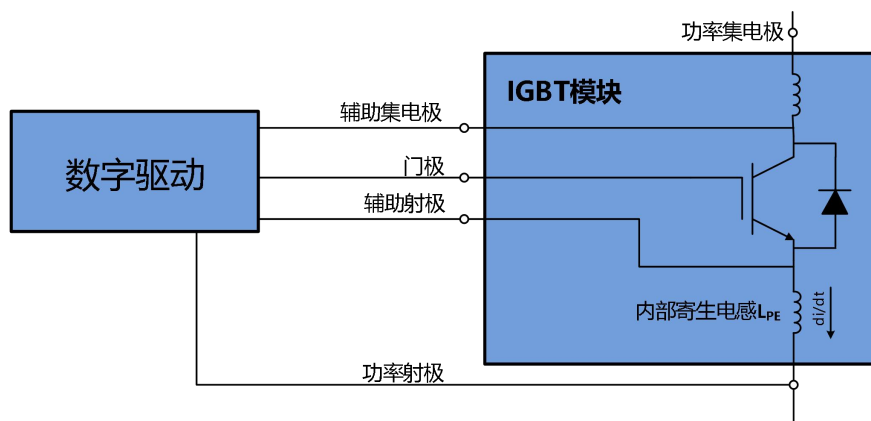


图 7  $di/dt$  保护原理图

### ◆ 短路保护——电阻

驱动电路通过检测 IGBT 开通时的集电极电压  $V_{CE}$  来判断 IGBT 是否处于短路状态。

$V_{CE}$  电压通过电阻分压来检测。当  $V_{CE}$  电压超过设定阈值，驱动判定 IGBT 处于短路状态，驱动将启动软关断，将 IGBT 缓慢地关断，同时将故障返回给控制器。

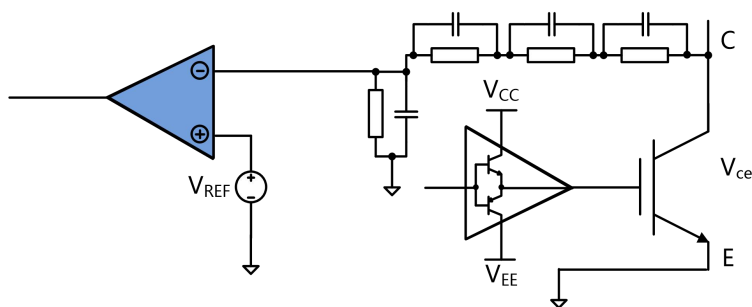


图 8  $V_{CE}$  退饱和检测电路

## ◆ 欠压保护

驱动器同时监测副边正负电源，当副边正电压或者负电压的绝对值低于阈值电压时，驱动电路判定发生了欠压故障，将反馈一个故障信号给控制器。

Firstack 智能驱动强烈建议：不要让桥臂中的任一个 IGBT 工作在欠压状态。由于  $C_{GC}$  的存在，当桥臂中某个 IGBT 开通时，其带来的高  $dv/dt$ ，可通过  $C_{GC}$  耦合到另一个 IGBT，导致该 IGBT 微导通。同时，较低的门极电压，将增大 IGBT 的开关损耗。

## ◆ 软关断

当发生直通短路时，IGBT 会迅速退饱和，其两端的电压  $V_{CE}$  会达到直流母线电压；而流过 IGBT 的电流  $I_C$ ，会达到额定电流的 4 倍甚至更多，取决于 IGBT 的类型及门极电压。此时，IGBT 所消耗的功率，会瞬时达到兆瓦级。如果不能在短的时间内减小短路电流，IGBT 会因为芯片过热而烧毁。然而，如果短路时的关断速度像正常关断一样快，会产生很大的  $di/dt$ ，由于寄生电感的存在，该  $di/dt$  会在 IGBT 两端带来很大的电压尖峰，使得 IGBT 过压击穿。

为了解决短路时的关断尖峰问题，Firstack 智能驱动电路引入了软关断技术。在 IGBT 发生直通短路时，在保证短路时间不超过 10 $\mu s$  的前提下，通过缓慢地降低门极电压  $V_{GE}$ ，既保证了 IGBT 芯片不会因为过温烧毁，也有效降低了  $di/dt$ ，避免了关断时的电压尖峰，保证了 IGBT 的安全。

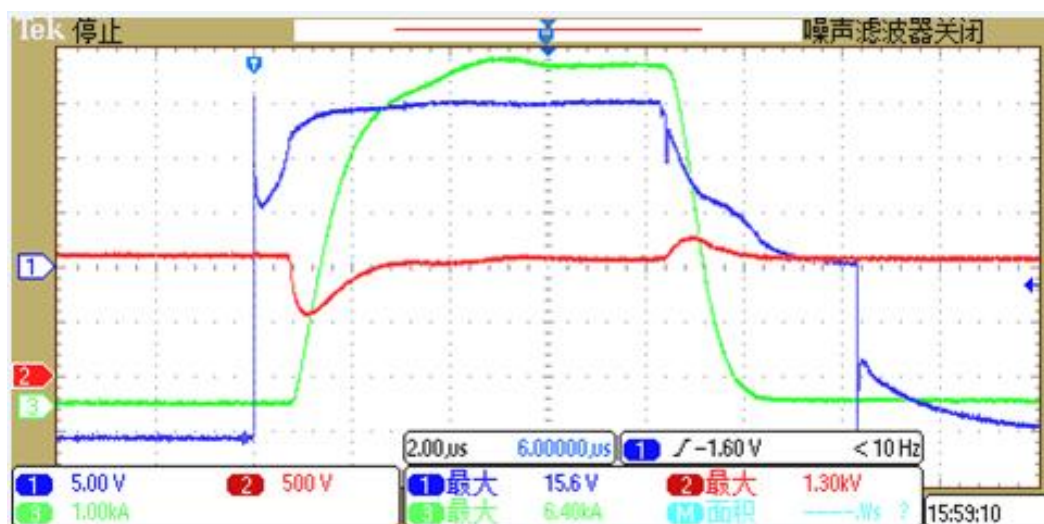


图 9 FF1400R17IP4 在 1100V 下的短路波形

上图中，CH1:  $V_{GE}$ (蓝色)；CH2:  $V_{CE}$ (红色)；CH3:  $I_C$ (绿色)

图 9 显示的是由 Firstack IGBT 驱动电路控制的 1700V/1400A IGBT(FF1400R17IP4) 在直流母线为 1100V 时的短路波形。短路电流峰值 6400A (4.5 倍于额定电流)，在软关断的作用下， $I_C$  缓慢下降， $V_{CE}$  几乎没有任何的过冲，安全地关断了 IGBT。

### ◆ 数控有源钳位保护

在系统出现过载或者负载侧短路时，IGBT 的关断电流会大幅增加。在这些工况下，有源钳位可以保护 IGBT，避免由于关断过压引起的失效。

当  $V_{CE}$  电压超过 TVS 的阈值后，TVS 被击穿，电流灌入门极，使得  $V_{GE}$  上升，IGBT 进入线性区，从而将关断电压限制在安全的范围内。

为了提升钳位效果，Firstack 科技引入了数控有源钳位，在门极增加了一个“数控电流源”。当流过 TVS 的电流  $I_Z$  大于某个阈值后，关断 N 管，同时启动“数控电流源”。此时， $I_Z = I_G + I_D$ ，通过数控电流源，将  $I_Z$  保持在一个低值，TVS 一直处于微弱的击穿状态，直到关断结束。

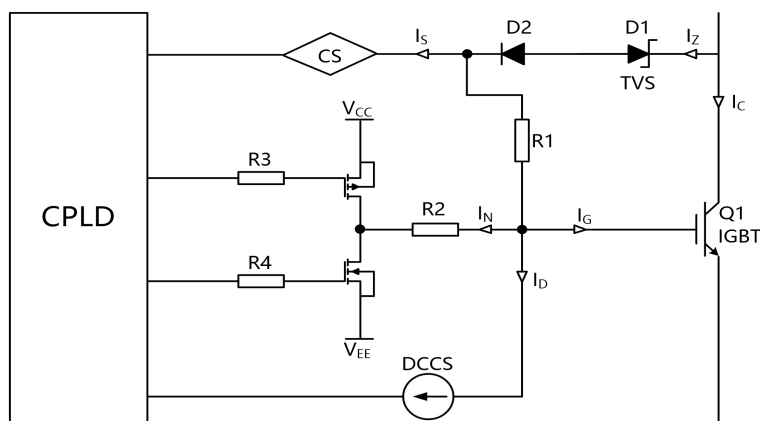


图 10 数控有源钳位原理示意图

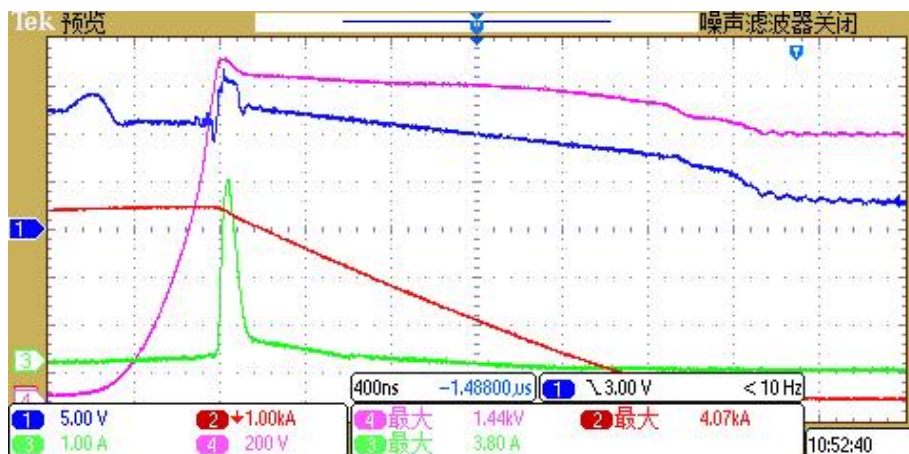


图 11 数控有源钳位波形

上图中，CH1:  $V_{GE}$  (蓝色); CH2:  $I_C$  (红色); CH3:  $I_{Trvs}$  (绿色); CH4:  $V_{CE}$  (粉红色)

## ◆ 脉冲异常保护

光纤通信具有抗干扰能力强，绝缘等级高等优点。同时，在使用光纤时，也存在光纤卡扣不牢，光纤线转弯半径不够等问题，容易引起漏光、光衰等现象，在光纤头接收端，产生大量杂散、高频的窄脉冲。这些窄脉冲，会引起管子快速地开通关断，产生极大的热，对于高压大功率的管子的危害极大，需要严格防范。

Firstack 智能驱动采取两种方法来防范这些异常脉冲：

1. 实时监测 PWM 脉宽，若监测到 PWM 脉宽小于某个预设值时，驱动滤除窄脉冲，不报故障；
2. 实时监测 PWM 的频率，但连续若干个上升沿的时间间隔短于某个预设值后，判定为存在脉冲异常，报故障。

## ◆ 高鲁棒性 DC/DC

驱动器内置的 DC/DC，由于需要尽可能的降低原副边的耦合电容  $C_{ps}$ ，一般都采用开环形式，因此很难集成过流保护等功能，这也导致了驱动内置 DC/DC 的抗过载能力非常差。

为了提高驱动的可靠性，Firstack 智能驱动提出了“高鲁棒性 DC/DC”的概念，在保持开环的前提下，驱动器可以承受 GE 短路。

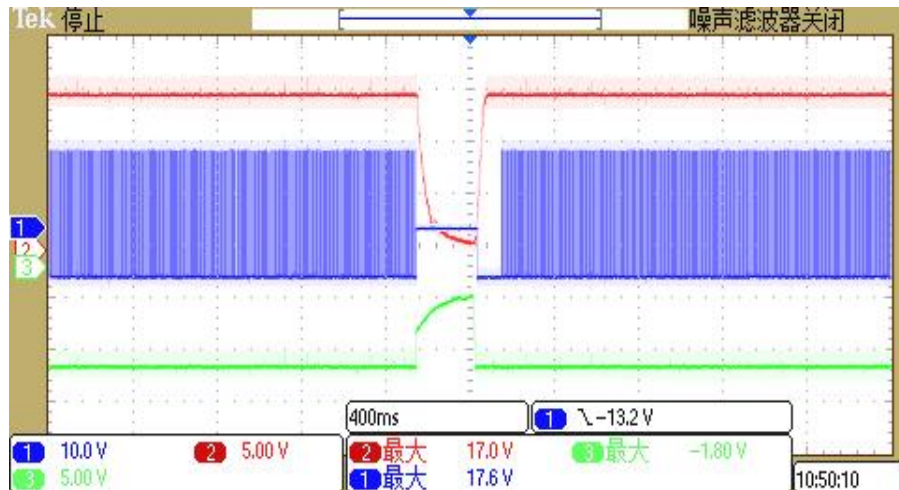


图 12 GE 短路

上图中，CH1（蓝色）= $V_{GE}$ ，CH2（红色）= $+15V$ (副边)，CH3（绿色）= $-10V$ (副边)

当发生过载时，驱动板将封锁 PWM 信号，同时向控制器回报故障信号，当过载切除后，驱动板恢复正常状态。

## ◆ 智能故障管理系统（预留）

在 NPC I 型三电平中，直流母线电压  $V_{DC}$  高于任意一个 IGBT 的耐压值，因此不论是正常工作或故障情况下，都必须保证外管  $S_4(S_1)$  先于内管  $S_3(S_2)$  关断，否则  $S_3(S_2)$  将因为独自承受全部的直流母线电压  $V_{DC}$  而损坏。

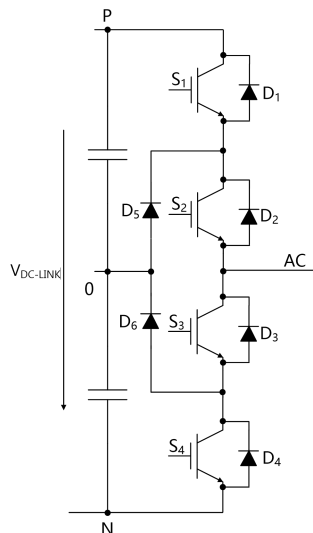


图 13 NPC I 型三电平拓扑

在传统的 I 型三电平驱动设计时，一般是通过控制器来保证正确的关断时序，比如当  $S_3$  发生短路故障时，驱动板先将  $S_3$  的故障信号告知控制器，再由控制器来统一协调关断时序，由此也就存在如下几个风险：

短路保护时间超出 IGBT 最大承受时间： $S_3$  自身短路检测时间一般在  $8\mu s$  左右，再加上故障通信时间、控制器滤波时间、以及  $S_4$  的关断时间（高压大功率模块关断时间普遍较长，在  $4\sim 6\mu s$ ），整个保护时间将超出  $10\mu s$ ，也就超出了 IGBT 的短路安全工作范围。

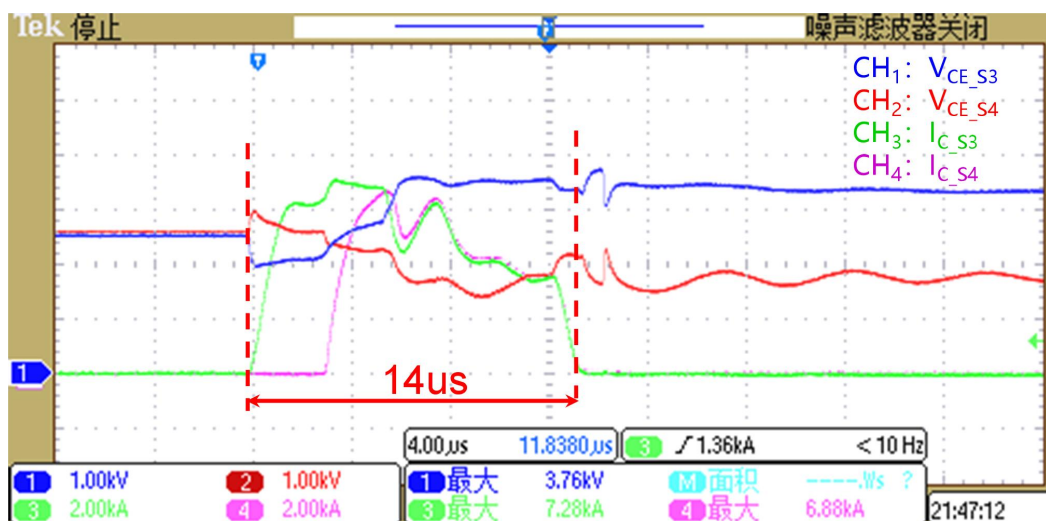


图 14 传统驱动器针对 NPC I 型三电平拓扑短路波形

飞仕得的数字驱动通过  $di/dt$  检测技术缩短短路检测时间，驱动监测到故障后告知控制器，由控制器来执行时序保护动作。通过优化短路检测时间及与控制器进行交互能确保 IGBT 在故障时可靠关断。

飞仕得只会三电平拓扑中启用该功能，所以客户在选型时需明确告知系统拓扑。

## ◆ 故障编码返回（预留）

随着新能源大规模并网越来越普遍，对于变流器可靠性的要求也越来越高。现场运行时故障发生的种类和频次的统计，以及严重失效后的原因分析，也变得越来越重要。

传统的驱动设计，在发生故障时，仅仅告知控制器，发生了故障，变得越来越不能满足客户的需求。为了给用户提供更多的故障信息，在原有 0/1 的基础上，我们增加了故障通信功能，将故障类别以及故障发生的时序，通过编码的方式，告知控制器。

如有特殊协议定制，请联系飞仕得技术人员进行处理，待样品功能验证完毕后方可批量供货。

## ◆ 光纤口告知信号

光纤在使用过程中，存在光纤口卡扣不牢/脱落，光纤线转弯半径不够等现象。为了确保光纤正常通讯，Firstack 智能驱动配置了光纤口应答功能，具体如下：

1、当驱动板正常工作时，每收到一个 PWM 指令，在 PWM 指令的上升沿和下降沿，返回光纤头的灯都会熄灭短暂的 700ns，作为接收到指令的应答。

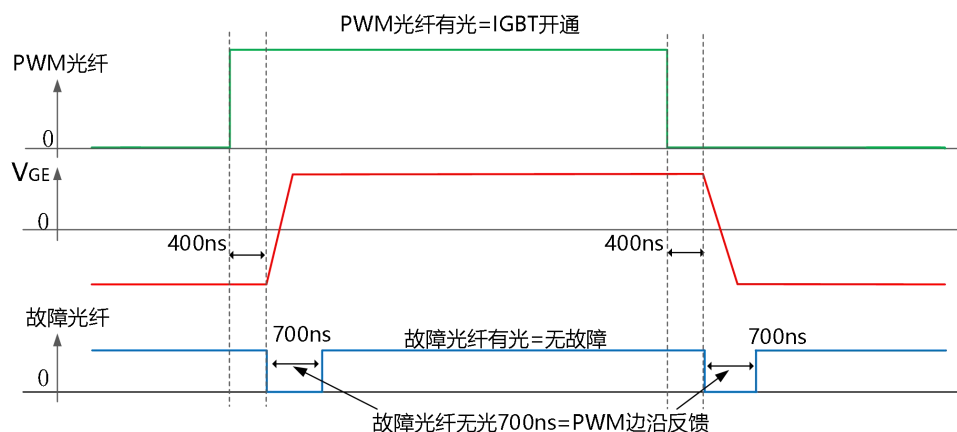


图 15a 正常情况下图

2、当驱动板检测到故障后，返回光纤头的灯将熄灭 15ms 左右，作为故障信号通知控制器；

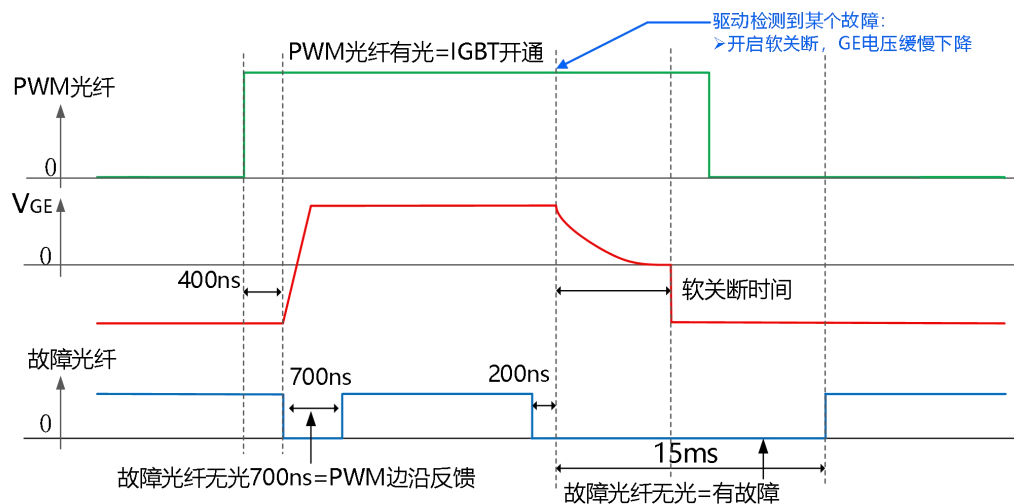


图 15b 故障情况下图

通过返回光纤头灭灯时间的长短，控制器可以准确的区分应答信息与故障信息。

门极电阻位置指示

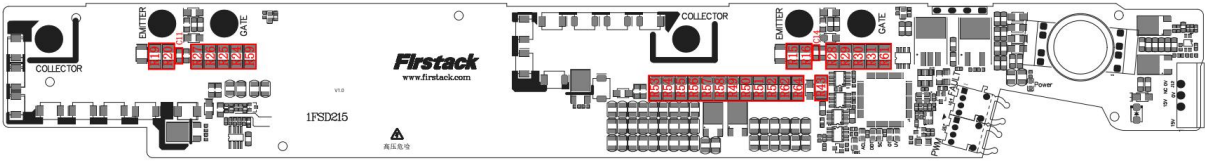


图 16 门极电阻位置指示图

门极参数

| 位置         | 丝印                                                                                                                                  | 封装   |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $R_{GON}$  | 左: R24/R25//R26//R27//R59+2*(R53//R54//R55//R56//R57)<br>右: R28//R29//R30//R31//R61+2*(R53//R54//R55//R56//R57)                     | 2512 |
| $R_{GOFF}$ | 左: R24/R25//R26//R27//R59+2*(R48//R49//R50//R51//R52//R62//R64)<br>右: R28//R29//R30//R31//R61+2*(R48//R49//R50//R51//R52//R62//R64) | 2512 |
| $R_E$      | 左: R19//R20<br>右: R15//R16                                                                                                          | 2512 |
| $C_{GE}$   | 左: C11<br>右: C14                                                                                                                    | 1206 |

常用模块门极阻值表

| IGBT 模块         | 品牌       | $C_{GE}(nF)$ | $R_{GON}(\Omega)$ | $R_{GOFF}(\Omega)$ |
|-----------------|----------|--------------|-------------------|--------------------|
| FZ3600R17HP4_B2 | Infineon | 100          | 0.87              | 3.25               |
| 5SNA1500E330305 | ABB      | NC           | 3.36              | 6.11               |

注：  
 1.其他 IGBT 模块请参考器件规格书进行适配。  
 2.门极电阻以及电容焊接，请参考飞仕得《IGBT 驱动器通用型贴片门极电阻焊接指导手册》。

## 三防漆

三防漆型号：易力高，UVCL-FCH。

除了必要的对外接口，飞仕得将对驱动器的所有电路线路进行三防漆喷涂保护，以保证驱动器能够长期可靠地稳定运行。

## 订购信息

1FSD215 可以支持多个厂家不同型号的 IHM-B 封装模块，在选购时，请提供 IGBT 模块型号以及系统电气拓扑，以便我们提供最符合您需求的驱动。

驱动选型表

| 驱动器型号           | 电压等级  | 光模块    | C <sub>GE</sub> (nF) | R <sub>GON</sub> (Ω) | R <sub>GOFF</sub> (Ω) |
|-----------------|-------|--------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 1FSD215-17-A1   | 1700V | 通用光模块  | NC                   | NC                   | NC                    |
| 1FSD215-33-A1   | 3300V | 通用光模块  | NC                   | NC                   | NC                    |
| 1FSD215-S-17-A1 | 1700V | ST 光模块 | NC                   | NC                   | NC                    |
| 1FSD215-S-33-A1 | 3300V | ST 光模块 | NC                   | NC                   | NC                    |

注：

1. 驱动型号中带“-S”表示 ST 光模块，即采用 HFBR-1414TZ 和 HFBR-2412TZ；“空缺”表示采用通用光模块，即采用 HFBR-1521Z 和 HFBR-2521Z。
2. 上述驱动型号因为门极空贴，需要客户进行器件焊接，所以不会喷涂三防漆。
3. 上述驱动型号无 di/dt 短路保护功能。
4. 驱动器安装请详见飞仕得《IGBT 驱动器安装指导手册》。

## 变更信息

2026-04-24 更新全部内容。

## 技术支持

Firstack 专业的团队会为您提供业务咨询、技术支持、产品选型、价格与交货周期等相关信息，保证在 48 小时内针对您的问题给予答复。

## 法律免责声明

1. 本规格书所列参数均基于特定实验室条件测得，仅供参考。因安装条件、使用环境差异，产品实际表现可能与标称值存在偏差，建议用户根据自身使用条件进行独立验证。

2. 本规格书反映文件发布之日基于现状及我司所知的产品特性，不保证已穷尽所有使用条件下的全部性能表现。

3. 我司保留为产品改进而修改规格书及技术参数的权利，无需另行通知。已售产品以双方买卖合同及交付时有效的规格书为准。

4. 本规格书为技术说明文件，其约束力以买卖合同为限，不创设合同之外的独立保证义务。

## 联系方式

电话：+86-571 8817 2737

传真：+86-571 8817 3973

邮编：310011

网址：[www.firstack.com](http://www.firstack.com)

邮箱：[sales01@firstack.com](mailto:sales01@firstack.com)

地址：杭州市上城区同协路 1279 号西子智慧产业园 5 号楼 4-5 楼

